

**REKAYASA DAN RANCANG BANGUN HEAVY DUTY COUPLING
PRODUK IKM SEBAGAI SUBSTITUSI IMPORT**
*ENGINEERING AND PROTOTYPE HEAVY DUTY COUPLING FOR SMALL MEDIUM
INDUSTRY AS AS IMPORT SUBSTITUTION*

Pander Sitindaon, Haposan Situngkir dan Jimmy G. Simanjuntak

Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan
Jl. Sisingamangaraja No. 24 Medan Sumatera Utara
e-mail: p_sitindaon@yahoo.com

Diterima : Juni 2017; revisi akhir Oktober 2017 dan di setujui untuk diterbitkan: November 2017

ABSTRAK

Coupling adalah peralatan teknik yang digunakan untuk memindahkan daya dan putaran dari motor penggerak ke peralatan yang digerakkan. Coupling terdiri dari dua bagian, satu bagian dipasang pada motor penggerak dan bagian lainnya dipasang pada peralatan yang digerakkan. Daya dan putaran dapat dipindahkan dengan menggunakan baut yang dilapisi dengan karet. Coran coupling dibuat dari besi cor kelabu yang dipabrikasi dengan teknik pengecoran, besi cor dilebur pada tanur kupola dan dituang pada cetakan pasir. Satu bagian coran coupling as-cast memiliki berat sekitar 100 kg dengan diameter 400 mm dan tebal 200 mm. Setelah coran dihasilkan, dilakukan pemesinan untuk memperoleh dimensi sesuai dengan yang direncanakan. Hampir semua coran coupling heavy duty yang diproduksi IKM memiliki kualitas yang kurang baik, pada coran terdapat lubang akibat rongga penyusutan yang kadang-kadang baru tampak setelah dilakukan pemesinan. Total coran reject cukup tinggi kadang kadang mencapai sampai 80 persen. Untuk mengatasi rongga penyusutan ini, coupling dicor pada cetakan terbuka dan menambah tebal coran. Cara ini tidak banyak menolong karena akan menambah berat coran yang berlebihan dan menyulitkan pemesinan, sering terdapat lengkungan pada bagian tengah sehingga ketika dilakukan pemesinan tebal coran tidak memenuhi ukuran.

Kata kunci: coupling, pengecoran, besi tuang, riser

ABSTRACT

Coupling is an engineering equipment used to transfer power and rotation of the driving motor to the actuated equipment. Coupling consists of two parts, one part is mounted on the driving motor and the other is mounted on the actuated equipment. Power and rotation can be moved by using bolts wrapped with rubber. The coupling castings are made of gray cast iron fabricated by casting techniques, cast iron is melted on a cupola furnace and poured on a sand mold. One piece of as-cast coupling casting weighs about 100 kg with a diameter of 400 mm and a thickness of 200 mm. After casting is produced, machining is done to obtain the dimensions as planned. Almost all heavy-duty coupling castings produced bySMI have poor quality, in the castings there are holes due to shrinkage cavities that are sometimes seen after machining. Total high reject castings sometimes reach up to 80 percent. To overcome this shrinkage cavity, coupling is casted on an open mold and adds to the thickness of the castings. This method does not help much because it will increase the excessive weight of castings and complicate the machining, there is often a curvature in themiddle so that when machining the thick size of the cast does not meet.

Keywords: coupling, casting, cast iron, riser

PENDAHULUAN

Coupling adalah peralatan teknik yang digunakan untuk memindahkan daya dan putaran dari motor penggerak ke peralatan yang digerakkan. *Coupling* terdiri dari dua bagian, satu bagian dipasang pada motor penggerak dan bagianya lainn dipasang pada peralatan yang digerakkan. Daya dan putaran dapat dipindahkan dengan menggunakan baut tyang dilapisi

dengan karet. Coran *coupling* dibuat dari besi cor kelabu yang dipabrikasi dengan teknik pengecoran, besi

cor dilebur pada tanur kupola dan dituang pada cetakan pasir.

Satu bagian coran *coupling as-cast* memiliki berat sekitar 100 kg dengan diameter 400 mm dan tebal 200 mm. Setelah coran dihasilkan, dilakukan



pemesinan untuk memperoleh dimensi sesuai dengan yang direncanakan. Hampir semua *corancoupling heavy duty* yang diproduksi IKM memiliki kualitas yang kurang baik, pada coran terdapat lubang akibat rongga penyusutan yang kadang kadang baru tampak setelah dilakukan pemesinan. Total coran reject cukup tinggi kadang-kadang mencapai sampai 80 persen. Untuk mengatasi rongga penyusutan ini, *coupling* dicor pada cetakan terbuka dan menambah tebal coran. Cara ini tidak banyak menolong karena akan menambah berat coran yang berlebihan dan menyulitkan pemesinan, sering terdapat lengkungan pada bagian tengah sehingga ketika dilakukan pemesinan tebal coran tidak memenuhi.

Besi cor kelabu terbentuk ketika karbon dalam paduan berlebih hingga tidak larut dalam fasa austenitnya dan membentuk grafit berbentuk serpih (*flake*). Jika besi cor ini dipatahkan maka permukaan patahannya berwarna abu-abu sehingga disebut besi cor kelabu. Besi cor kelabu adalah salah satu material teknik yang penting karena memiliki banyak kegunaan, biaya produksinya relatif murah, mampu mesin yang sangat baik, tahan aus, dan memiliki efek peredam getaran (*damping capacity*). Secara umum besi cor kelabu memiliki kandungan karbon (2,5 – 3,5) %, silikon (1,5 – 3,0) %, mangan (0,5 – 0,8) %, sulfur (*max.* 0,15%), dan fosfor (*max.* 0,25%). Kekuatan tarik besi cor ini antara 179 – 293 MPa, kekerasan 140 – 270 HB.

Coupling dibuat dari bahan besi tuang kelabu yang dilebur dengan menggunakan tanur kupola. Cetakan yang digunakan pada pengecoran ini adalah cetakan pasir dengan bahan pengikat bentonit. Perbaikan proses pengecoran *coupling* dimulai dari pengumpulan data, analisa data kemudian dilakukan implementasi seperti pemilihan cetakan, kalkulasi sistim saluran, perhitungan *riser*, pembuatan mal, pembuatan cetakan dan pengecoran.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah skrap besi tuang kelabu, bahan paduan seperti

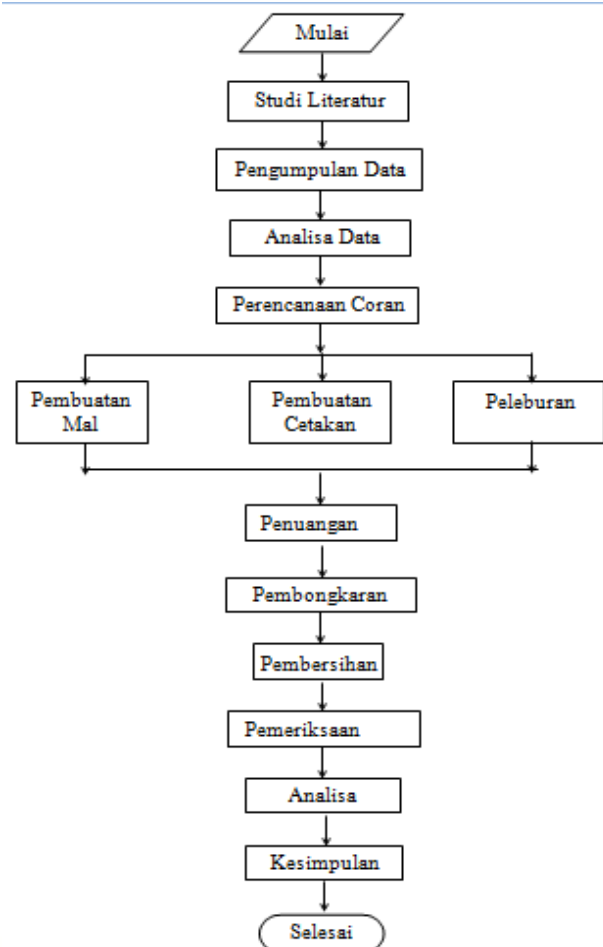
carburizer, ferro silikon, ferro mangan, slag remover, pasir cetak.

Peralatan

Peralatan utama yang digunakan dalam kerekayasa ini adalah tanur kupola, ledel, cetakan pasir dan mesin perkakas.

Coupling dibuat dari bahan besi tuang kelabu yang dilebur dengan menggunakan tanur kupola. Cetakan yang digunakan pada pengecoran ini adalah cetakan pasir dengan bahan pengikat semen. Perbaikan proses pengecoran *coupling* dimulai dari pengumpulan data, analisa data kemudian dilakukan implementasi seperti pemilihan cetakan, kalkulasi sistim saluran, perhitungan *riser*, pembuatan mal, pembuatan cetakan dan pengecoran.

Diagram alir kerekayasa ditunjukkan pada Gambar 1.

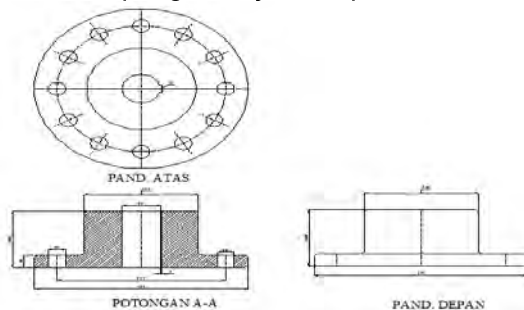


Gambar 1 Diagram alir kerekayasa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Coran

Perancangan coran dilakukan dengan cara mengubah gambar teknik *coupling* menjadi gambar pengecoran. Berdasarkan gambar teknik dilakukan perhitungan untuk menentukan sistim saluran, ukuran *riser*, penambahan ukuran penyusutan, penambahan ukuran pemesinan dan pertimbangan lain agar sistim pengecoran dapat dilakukan. Gambar teknik *coupling* ditunjukkan pada Gambar 2.

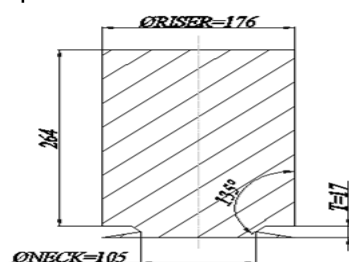


Gambar 2 Coupling

Material *coupling* yang akan dibuat adalah besi tuang kelabu FC 25, berdasarkan material dan ukuran diestimasi bahwa berat coran yang akan dibuat adalah 97 kg.

Perhitungan riser

Posisi *riser* ditentukan pada bagian atas coran, lalu dihitung modulus coran yaitu perbandingan antara volume coran dengan luas permukaan coran yang kontak dengan cetakan. Riser hanya berfungsi jika membeku terakhir sehingga logam cair dari riser akan mengalir mengisi kekurangan logam cair pada tuangan akibat penyusutan. Berdasarkan hasil rancangan, jumlah riser yang dibutuhkan adalah satu buah dengan ukuran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Ukuran *riser* hasil rancangan

Pembuatan mal

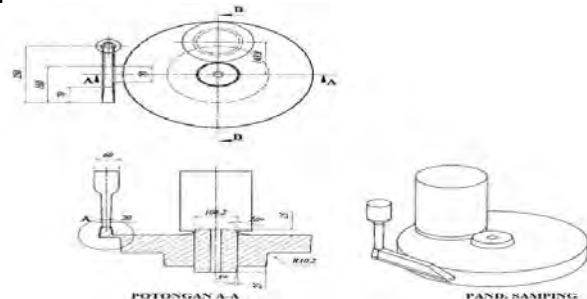
Mal berfungsi untuk membentuk rongga pada cetakan pasir, untuk mengatasi penyusutan logam maka dilakukan penambahan ukuran penyusutan dan pemesinan. Mal dibuat dari kayu jelutug dengan permukaan yang dihaluskan agar pasir tidak melekat pada mal saat pencetakan. Sistim saluran seperti saluran turun, pengalir, saluran masuk dan *riser* juga dibuat dari kayu jelutug (Gambar 4).



Gambar 4 Mal *Heavy duty Coupling*

Pembuatan Cetakan

Pada pembuatan cetakan, mal dan sistim saluran merupakan satu kesatuan yang diset sesuai dengan lay-out seperti pada Gambar 5



Gambar 5 Lay Out Pengecoran
Heavy Duty Coupling

Cetakan dibuat dari pasir cetak dengan menggunakan bahan perekat semen. Pasir cetak dimasukkan dalam *mixer* dan ditambah dengan semen sebanyak 3 % lalu diaduk selama 2 menit.



Gambar 6 Cetakan *Heavy duty Coupling*

Peleburan dan Penuangan

Untuk mencairkan bahan baku yang digunakan untuk material *heavy duty coupling* ini digunakan tanur kupola konvensional. Bahan baku yang digunakan adalah *scrap* besi tuang kelabu berupa blok mesin dan *silinder liner*. Setelah krus tanur penuh dengan logam cair, tanur dimiringkan dan cairan logam dituangkan ke dalam ledel yang telah dipanaskan, *slag remover* ditaburkan di atas logam cair pada ledel dan terak dibuang. Proses peleburan dengan tanur kupola ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Proses Peleburan pada Tanur Kupola

Logam cair dibawa ke tempat cetakan dan pada suhu sekitar 1350 °C dilakukan penuangan pada cetakan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Setelah penuangan selesai, logam cair dibiarkan membeku di dalam cetakan sampai dingin pada suhu kamar. Proses penuangan logam cair pada cetakan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Proses Penuangan

Pembongkaran Coran

Setelah coran dingin pada suhu di bawah 100 °C, coran dikeluarkan dari dalam cetakan dengan cara membongkar cetakan. Pembersihan coran dilakukan untuk menghilangkan pasir yang melekat pada coran. Setelah coran bersih dari pasir yang melekat, saluran masuk, *riser*, lobang udara dan serpihan juga harus dipotong. Coran *heavy duty coupling* yang telah dibongkar dari cetakan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Coran *Heavy Duty Coupling* setelah dibongkar dari cetakan

Pebuatan Sampel Uji

Pada saat pengecoran *heavy duty coupling* dilakukan pembuatan sampel uji, sampel uji ini digunakan untuk pengujian komposisi kimia, uji baji dan uji mekanik. Sampel uji kimia dibuat dengan cara menuangkan logam cair pada cetakan permanen (Gambar 10).



Gambar 10 Sampel Uji Komposisi Kimia



Gambar 11 Sampel uji Baji

Sampel uji baji (Gambar 1) digunakan untuk melihat struktur patahan besi tuang kelabu, penampang patahan sampel uji baji dibuat tirus agar dapat dilihat perbedaan warna patahan pada ketebalan yang berbeda. Sampel uji baji dicor pada cetakan pasir, karena sampel berbentuk baji maka pembekuan dan pendinginan pada sampel akan berbeda dan kecepatan pendinginan ini akan mempengaruhi struktur patahan.

Sampel uji mekanik (Gambar 12) dicor pada cetakan pasir dengan diameter 30 mm dengan panjang 250 mm. Sampel uji mekanik ini digunakan untuk pengujian mekanik seperti uji tarik, uji kekerasan dan uji struktur mikro.

Pengujian

a. Pengujian Komposisi kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan spectrometer, permukaan sampel uji dipoles pada mesin poles agar permukaannya rata lalu dilakukan pengujian, hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 12 Sampel uji mekanik

Pengujian

a. Pengujian Komposisi kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan spectrometer, permukaan sampel uji dipoles pada mesin poles agar permukaannya rata lalu dilakukan pengujian, hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

b. Pengujian Baji

Pengujian baji dilakukan untuk melihat warna struktur patahan sampel, patahan sampel uji baji menunjukkan warna kelabu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.

Tabel 1 Hasil Uji Komposisi
Sampel I Komposisi kimia hasil peleburan
kupola tanpa penambahan unsur
paduan

Fe	C	Si	Mn	P	S
95.57	0.286	0.977	0.170	<.0 10	<. 01 3

Sampel 2 Komposisi kimia hasil peleburan
kupola dengan penambahan unsur paduan
dan dicor untuk pembuatan *heavy duty
coupling*

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr
91.7 3	3.2 5	1.99 4	0.95 7	0.16 9	0.03 6	0.16 1

Warna kelabu menandakan bahwa coran adalah besi tuang kelabu dan tidak terdapat patahan yang berwarna putih. Patahan yang berwarna putih harus dihindari karena terjadinya karbida yang sifatnya sangat keras. Dengan demikian struktur mikro yang terjadi pada coran tidak terdapat cementit



Gambar 13 Patahan sampel uji baji

c. Pengujian Tarik

Benda uji tarik diambil dari sampel uji mekanik lalu dibentuk dengan menggunakan mesin bubut sesuai dengan standar ASTM E 8M – 04, ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Benda uji tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan *Universal Tensile Test Machine* kapasitas 100 ton, yang tersedia di Laratorium logam Baristand Industri Medan. Besi cor kelabu termasuk material yang sangat getas sehingga diperlukan alat bantu yang diberi ulir sesuai dengan ulir benda uji tarik.



Gambar 15 Benda uji tarik dengan alat bantu

Setelah dilakukan pengujian tarik, hasil pengujian tarik dimasukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Tarik

Sampel	Pengujian	Diameter uji (mm)	Beban mak. (kg)	Kuat Tarik (kg/mm ²)	
				individu	Rata-rata
I	1	10.00	1256	16.00	16.57
	2	10.20	1350	16.53	
	3	10.10	1360	16.98	
	4	10.20	1370	16.77	
	5	10.10	1330	16.61	
II	1	9.82	1990	26.29	25.84
	2	10.10	2070	25.85	
	3	10.10	2050	25.60	
	4	10.20	2070	25.35	
	5	10.10	2090	26.10	

d. Pengujian Kekerasan

Sampel uji kekerasan diambil dari sampel uji mekanik dengan cara memotong arah melintang dan permukaannya diratakan dengan menggunakan mesin bubut. Pengujian dilakukan pada alat uji kekerasan dengan metode Rockwell Ball, dengan ukuran ball 1/16 inci dan pembebanan 100 kg. Hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Tabel 3.

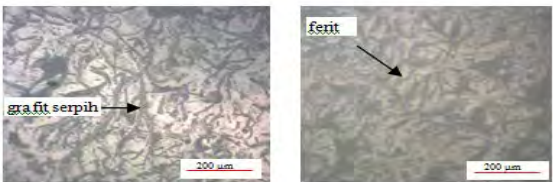
Tabel 3 Hasil Uji Kekerasan

Sampel	Pengujian	Kekerasan (HRB)	
		individu	Rata-rata
I	1	76.8	79.26
	2	82.8	
	3	73.3	
	4	83.3	
	5	80.1	
II	1	89.7	90.52
	2	91.9	
	3	89.9	
	4	90.9	
	5	90.2	

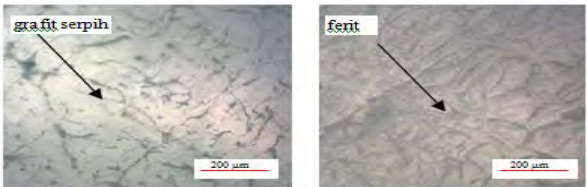
e. Pengujian Metalografi

Pada coran besi tuang, akan terjadi grafit dan pada besi tuang kelabu bentuk grafitnya adalah berbentuk serpih. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan *metalurgical*

microscope. Dari hasil pengamatan seperti pada Gambar 16. a dan 17 a, ditunjukkan bahwa grafit yang terjadi adalah bentuk serpih dan struktur mikro yang terjadi adalah perlit yang terjadi di antara grafit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16 b dan 17 b.



Gambar 16 Struktur mikro Sampel I



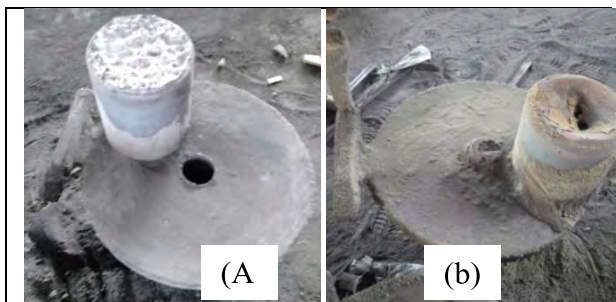
Gambar 17 Struktur mikro Sampel II

Yield coran

Heavy duty coupling bagian A dicor dengan menggunakan top riser dengan ukuran diameter 176 mm dan tinggi 264 mm, setelah coran dibongkar dan dibersihkan dilakukan pengukuran berat coran diperoleh hasil yaitu coran 87 kg, riser 37 kg dan sistim saluran 15 kg. Dengan demikian jumlah logam cair yang dibutuhkan untuk membuat *coupling* bagian A adalah 139 kg. *Yield* coran adalah perbandingan antara berat coran yang dihasilkan dengan berat logam cair yang digunakan untuk membuat coran kali seratus persen. Diperoleh *yield* coran adalah $87 / 139 \times 100 \% = 63.59 \%$. Pada pengecoran ke dua dilakukan pengurangan tinggi riser untuk menambah *yield* coran. Pengurangan tinggi riser dilakukan dengan cara mengisi cetakan pada ketinggian logam cair separuh tinggi riser. Untuk menjaga agar riser berfungsi maka ketika riser telah terisi sekitar $\frac{1}{4}$ bagian, penuangan dilakukan dari atas riser agar suhu logam cair lebih tinggi pada riser sampai riser terisi sekitar separuhnya. *Coupling* coran ke dua ditimbang, dari hasil penimbangan



diperoleh berat masing-masing bagian coran yaitu *coupling* 87 kg, *riser* 21 kg dan sistim saluran 15 kg. Dengan data ini maka *yield* coran adalah $87 / 123 \times 100 \% = 70.7\%$. Dengan bertambahnya *yield* coran maka dapat dibuat coran yang lebih banyak dengan jumlah logam cair yang sama. Pada Gambar 18(a) ditunjukkan coran *coupling* dengan *riser* yang diisi penuh dan (b) coran dengan *riser* yang diisi separuhnya.



Gambar 18 Coran *Coupling*

Pemeriksaan Coran

Setelah coran dikeluarkan dari cetakan dilakukan pemeriksaan, dari hasil pemeriksaan tidak ditemukan cacat coran yang diakibatkan (a) oleh penyusutan. Pada coran ke dua terdapat penyusutan pada *riser* lalu dilakukan pemeriksaan dengan cara memotong *riser* untuk melihat apakah penyusutan sampai pada bagian coran, ternyata dari hasil pemeriksaan tidak terjadi cacat akibat penyusutan pada coran. Dari hasil pemeriksaan dapat disimpulkan bahwa coran yang dihasilkan dari pengecoran pertama dan pengecoran ke dua kualitasnya baik.

Pemesinan

Coupling terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang dipasang pada poros mesin penggerak (bagian A) dan *coupling* yang dipasang pada mesin yang digerakkan (bagian B). Pemesinan dilakukan untuk memperoleh ukuran *coupling* yang sesungguhnya, pengerjaan pemesinan dengan mesin bubut dilakukan untuk menentukan dimensi diameter luar flens, diameter luar hub, diameter lubang poros, ketebalan flens dan ketebalan hub. Pemesinan dengan menggunakan mesin frais dilakukan untuk membuat lubang *coupling* pada bagian flens sebanyak 12 buah yang berfungsi sebagaiudukan baut

transmisi, ilustrasi assembling *coupling* ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 18 Asembling *Coupling*

KESIMPULAN

Pembuatan coran yang tebal (*heavy duty coupling*) dapat dicor pada cetakan pasir dengan sistim tertutup. Cacat penyusutan dapat diatasi dengan membuat *riser* yang baik sehingga kekurangan logam cair pada cetakan akan disuplai oleh *riser*. Penyusutan logam tidak bisa dihindari tetapi dapat diarahkan sehingga penyusutan terjadi pada *riser* bukan pada coran.

DAFTAR PUSTAKA

- George E. Dieter (19810, Mechanical Metallurgy. Tokyo: Kosaido Printing Co.
- Harmonic Krisnawan dkk (2012) Pengaruh Ukuran Riser Terhadap Cacat Penyusutan dan cacat porositas produk cor Aluminium cetakan pasir, Mekanika Vol. 10.
- Heine Richad W., Carl R. Loper Jr., Rosenthal Philip C. Principles of Metal Casting. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1967.
- Hattori.K. Practice of Riser in Steel Casting Foundry Engineering Nagoya International Training Centre Japan International Cooperation Agency (JICA)
- Kalpakjian, Scmid (2003) Manufacturing Processes for Engineering Material. Prantice Hall.

- Obata.R. Fundamental of Riser
Foundry Engineering Nagoya
International Training
Centre Japan International
Cooperation Agency (JICA)
- Tata Surdia, Kenji Chijiwa (1975), Teknik
Pengecoran Logam. Jakarta:
Pradnya Paramita.
- Tjitro Soejono (2001), Pengaruh Bentuk
Riser Terhadap Cacat Penyusutan
Produk Cor Aluminium Cetakan
Pasir, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 3,.
- Tjitro Soejono (2002), Pengaruh Modulus
Cor Riser Terhadap Cacat
Penyusutan Pada Produk Paduan
Al-Si, *Jurnal Teknik Mesin* vol. 4,
no. 2.
- Tjitro Soejono (2003), Analisa Pengaruh
Bentuk Penampang Riser Terhadap
Cacat Porositas, *Jurnal Teknik
Mesin* Vol. 5 No. 2.
- Sugeng Slamet dan Taufiq Hidayat (2014),
Penerapan Model Saluran Dan
Cawan Tuang untuk Mengatasi
Cacat Porositas Produk Cor di IKM
Budi Jaya Logam Juwana
Kabupaten Pati, Prosiding SNST ke
5.
- Winte.C.H (1946), Gray Iron Casting
Section Sensitivity, *Trans. AFS*, Vol.
54,
- Widodo. R (1998) Analisa Cacat Coran
Politeknik Manufaktur Bandung.